



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Tatsuhiko UEKI, et al.

GAU: 2859

SERIAL NO: 10/662,521

EXAMINER:

FILED: September 16, 2003

FOR: TEMPERATURE ADJUSTMENT DEVICE AND LASER MODULE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. _____ Date Filed _____

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-270501	September 17, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26, 803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

10/662,521

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 1 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 7 0 5 0 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 7 0 5 0 1]

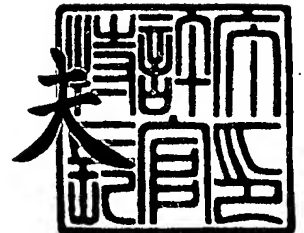
出 願 人 古 河 電 気 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT
BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 3 年 9 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P0207220

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 平谷 雄二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 植木 達彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 島田 守

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101764

【住所又は居所】 東京都港区三田 3 丁目 1 番 1 0 号 三田マルハチビルディング 7 階

【弁理士】

【氏名又は名称】 川和 高穂

【電話番号】 03-3769-0466

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034522

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9805685

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書**【発明の名称】** 温度調節装置、レーザダイオードモジュールおよびその製造方法**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなり、前記基板が、前記基板に熱的に接続される発熱体の発熱量の大きさに対応した面積を有する温度調節装置。

【請求項 2】 前記基板が、前記基板に熱的に接続される前記発熱体の発熱量の単位面積当りの大きさが所定の範囲内になるように規定された面積を有する、請求項 1 に記載の温度調節装置。

【請求項 3】 前記基板の面積が、前記発熱体の前記基板と接触する部分の面積との関係によって、更に規定されている請求項 1 または 2 に記載の温度調節装置。

【請求項 4】 前記発熱体の発熱量を Q_d (mW) とするとき、前記基板の面積 S (mm²) が、 $20 \leq Q_d / S \leq 100$ (mW/mm²) によって規定される範囲内である、請求項 2 に記載の温度調節装置。

【請求項 5】 前記発熱体が熱的に接続される前記基板の面積 S と、前記基板に接する前記発熱体の部分の面積 S_q とが、

$$5 \times 10^{-3} < S_q / S \leq 1$$

の関係を満たす、請求項 3 に記載の温度調節装置。

【請求項 6】 (a) 熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなる温度調節装置と、(b) 前記温度調節装置に搭載され前記基板に熱的に接続される発熱体とを、密閉された筐体の中に備え、前記基板が、前記基板に熱的に接続される前記発熱体の発熱量と筐体内の他の発熱量との合計発熱量の大きさに対応して規定された面積を有する、レーザダイオードモジュール。

【請求項 7】 前記発熱体の発熱量を Q_d (mW) とするとき、前記基板の面積 S (mm²) が、 $20 \leq Q_d / S \leq 100$ (mW/mm²) によって規定される範囲内である、請求項 6 に記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項 8】 前記基板に流れ込む前記合計発熱量のうち、前記基板に熱的に接

続される発熱体の前記発熱量 Q_d が 5 0 % 以上をしめる、請求項 6 または 7 に記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項 9】前記発熱体が熱的に接続される前記基板の面積 S と、前記基板に接する前記発熱体の部分の面積 S_q とが、

$$5 \times 10^{-3} < S_q / S \leq 1$$

の関係を満たす、請求項 7 または 8 に記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項 1 0】熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置され、発熱体と熱的に接続される基板とを備えた温度調節装置の製造方法であって、前記基板の単位面積当りの前記発熱体の発熱量が所定の範囲内になるように、前記基板の面積および前記発熱体の発熱量を規定するステップを備えた、温度調節装置の製造方法。

【請求項 1 1】前記発熱体の発熱量を Q_d (mW) と前記基板の面積を S (mm^2) とすると、前記基板の単位面積当りの前記発熱体の発熱量 Q_d / S が 2 0 mW/ mm^2 以上、1 0 0 mW/ mm^2 以下である、請求項 1 0 に記載の温度調節装置の製造方法。

【請求項 1 2】前記発熱体が熱的に接続される前記基板の面積 S と、前記基板に接する前記発熱体の部分の面積 S_q とが、

$$5 \times 10^{-3} < S_q / S \leq 1$$

の関係を満たす、請求項 1 1 に記載の温度調節装置の製造方法。

【請求項 1 3】(a) 熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなる温度調節装置と、(b) 前記温度調節装置に搭載され前記基板に熱的に接続される発熱素子とを、密閉された筐体の中に備えたレーザダイオードモジュールの製造方法であって、前記基板の単位面積当りの前記合計発熱量が所定の範囲内になるように、前記基板の面積および前記発熱量を規定するステップを備えた、レーザダイオードモジュールの製造方法。

【請求項 1 4】前記発熱体の発熱量を Q_d (mW) と前記基板の面積を S (mm^2) とすると、前記基板の単位面積当りの前記発熱体の発熱量 Q_d / S が 2 0 mW/ mm^2 以上、1 0 0 mW/ mm^2 以下である、請求項 1 3 に記載のレーザダイオードモジュールの製造方法。

【請求項 1 5】前記基板に流れ込む前記合計発熱量のうち、前記基板に熱的に接続される発熱体の前記発熱量 Q_d が 5 0 % 以上をしめる、請求項 1 3 または 1 4 に記載のレーザダイオードモジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発熱体を搭載した温度調節装置、レーザダイオードモジュールおよびその製造方法に関する。本発明は、特に、波長可変レーザダイオード (LD) 等広範囲にわたって温度調節を必要とする発熱体の温度調節装置、例えばペルチェ素子、ペルチェ素子を備えたレーザダイオードモジュールおよびその製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

高密度多重通信 (Dense Wavelength Division Multiplexing) において、信号光源に使用されるレーザダイオード (LD) には、(i) スペクトル純度が高く、且つ、(i i) 環境温度等によって光源の波長が変動しないことが要求される。一方、波長可変信号光源に使用されるレーザダイオード (LD) には、上述した条件 (i) (i i) を満たした上で、更に、光源の波長をある範囲内において変化させることができることが要求される。上述した条件 (i) を実現するために、LD の構造として、DFB-LD (Distributed Feedback-Laser diode) 、DBR-LD (Distribute-Bragg Reflector LD) 等の構造が用いられている。上述した条件 (i i) を実現するために、様々な方法が提案されているが、LD の温度を制御することにより波長を制御する方法が実用化されている。

【 0 0 0 3 】

現在、高密度多重通信 (DWDM) においては、一枚のプリント基板に 1 つの信号光源 LD モジュールおよび付帯電気回路が搭載されて、一波の信号光源を形成している。即ち、2 5 6 波の DWDM は、2 5 6 枚のプリント基板からなり、それらプリント基板と付帯の電気設備が一つのキャビネットに収納される。一枚のプリント基板の消費電力は、2 0 W 前後であるけれども、多数のプリント基板および

付帯の電気設備が狭いキャビネット内に収納されるので、全体としての発熱量は膨大なものになる。従って、信号光源LDモジュールの筐体内は高い温度にさらされるけれども、信号光源LDモジュールは、通常、環境温度80℃以上における動作保証を要求される。

【0004】

従来の信号光源LDモジュールの問題点を明確にするために、環境温度80℃の条件下におかれた可変波長の信号光源LDモジュールについて説明する。可変波長光源では、所望の波長を得るために、LDチップの温度が制御される。機種によって差があるけれども、LDチップの温度は50℃から0℃の範囲内に制御されることが多い。一例として、LDチップの温度が0℃に制御される場合について以下に説明する。図8は、従来の信号光源LDモジュールの断面図である。

【0005】

図8において、信号光源LDモジュールの筐体内の温度が80℃、LDチップの温度が0℃とする。従来の信号光源LDモジュール100においては、光学系102の温度変化による軸ずれが生じないように、LDチップ101、チップキャリア104を熱伝導板108を介してペルチェ素子103の上板に搭載されている。即ち、LDチップ101の温度が0℃のとき、光学系102、チップキャリア104も0℃またはそれに近い温度まで冷却されていた。一方で、温度80℃の筐体107から、上述した冷却され、温度の低い部分に自発的な熱の流れが生じていた。

【0006】

この熱の流れは、LDモジュール100の中に封入された気体分子を媒体とするもの、放射熱伝達によるもの、および、LDチップへの電力を供給する金線を介する熱伝導により生じる。例えば、内容積10mm×20mm×6mm程度の筐体においては、この熱の流れは、数百mWから1W程度の大きさになる。ペルチェ素子は、ペルチェ素子の上板に流れ込む熱QとLDチップの発熱をペルチェ素子の高温側に移動させるために、電力を必要とする。なお、可変波長光源等の信号光源においては、光出力は20mW程度であればよいので、LDの発熱量は高々0.1W程度である。

【0007】

理想的には、LDチップの温度を0℃に保つためには、ペルチェ素子は、LDの発熱（高々0.1W）を移動するための電力を供給されれば良いはずである。即ち、80℃の温度差のあるところで、LDの発熱（高々0.1W）を移動するための電力を供給されれば良いはずである。ところが、実際は、LDチップの発熱量に加えて、それに数倍する、80℃の筐体から低温部に流れる熱Qも移動させなければならぬので、多くの電力を消費していた。

【0008】

LDチップの温度0℃、筐体温度80℃等の具体的な数値を示して説明したが、現実のLDモジュールの動作環境を考えれば、多くの場合、LDチップの温度は、筐体の温度より低い温度である。即ち、程度の差こそあれ、ペルチェ素子は、本質的に必要のない熱の移動のために電力を消費している。

【0009】

このような電力消費を抑制するために、筐体からペルチェモジュールへの熱の移動を制限するレーザダイオードパッケージが、特開平5-235489号公報に開示されている。特開平5-235489号公報に開示されたレーザダイオードパッケージによると、サーモモジュール（TEC）に搭載されたレーザダイオード（LD）を内部に収容したパッケージの内部には、キセノンガスが充填されている。キセノンガスは、不活性で、熱伝導性に劣っているので、レーザダイオード（LD）以外の熱がサーモモジュールへと移動するのを抑制する。

【特許文献1】特開平5-235489号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、筐体からペルチェモジュールへの熱の移動を制限するための方法として、筐体内空間を熱伝導率の低い気体で満たす方法がある。熱伝導率の低い気体として、キセノン、クリプトン等の希ガスが用いられている。この場合、モジュール内に封入する気体をこれらの熱伝導率の低い気体に替えるだけで、ペルチェ素子の消費電力が低下する。また、筐体の気密試験も質量分析計を使うことによって行うことができる。更に、気体を大気圧以上に充填すれば、筐体の

気密試験も次に述べる真空排気する方法ほど厳しくなくなる。しかし、依然として、ペルチェ素子の温度の低い部分の面積が大きいため、本質的な解決には至っていない。更に、キセノン、クリプトン等の希ガスが非常に高価なため、安価にLDモジュール製品を供給することが困難であった。

【0011】

筐体からペルチェモジュールへの熱の移動を制限するための他の方法として、筐体内空間を真空に排気する方法がある。筐体からペルチェ素子に流れる熱は殆どが放射と金線の熱伝導によるものとなっている。従って、前者の方法に比べてより確実に消費電力を低減することができる。しかしながら、この方法は、筐体に関して、非常に厳しい気密性、ガス放出量が少ないことが要求される。即ち、上述した構造で、真空断熱が効果を発揮するのは、筐体内部の圧力が概ね100万分の1気圧までである。それより高い圧力では、徐々に断熱特性が低下して、100分の1気圧程度になると真空断熱の効果は無くなる。即ち、筐体からペルチェ素子への熱の移動がある上述したと同じ状態になる。一般に、信号光源のLDモジュールは25年程度の信頼性を要求されており、この年月において筐体の圧力を真空断熱が効くように保持するためには、筐体に許される許容リーク量は 10^{-12} Torrリットル/s以下となる。

【0012】

漏れ量は、四重極質量分析計を使うことによって検出可能な量であるが、それはLDモジュールの中にプローブガスを大気圧程度入れることができた場合の話である。実際問題として、筐体内にプローブガスを封入すれば真空断熱の状態が崩れるし、プローブガスの量を少なくすれば、四重極質量分析計による検出が難しくなる。また、真空管の製造においても、同様の機密性が要求されていたが、真空管の場合は構造が電離真空計と同じであるので、機密性の検査を行うことが可能であった。LDモジュールの場合には、そのような構造を備えていないので漏れ検査は相当に困難な作業である。

【0013】

真空断熱の状態が崩れるのは、大気から筐体内に気体が流入するだけでなく、筐体内に吸着、または、急増された気体が真空中に進出してくることによっても

生じる。上述した状態を、ここではガス放出と呼ぶことにする。ガス放出を低く抑えるには、筐体およびその内側に收容される部品の材料の吟味から、加熱脱ガスに至るまで最新の配慮をしないと困難である。つまり、真空断熱は、LDモジュールの消費電力には効果的な手段であるけれども、信頼性が高く、消費電力が少ないLDモジュールを安価に提供するためには、いくつかの技術的ブレークスルーが必要であり、現実的ではない。

【0014】

従って、この発明の目的は、少ない消費電力で、厳しい使用環境温度の中で発熱体を所定の温度に調節することができる温度調節装置、発振波長の可変範囲が広がり、多数の発振波長選択が可能な、低消費電力の、可変波長光源LDモジュールを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、上述した従来の問題点を解決すべく鋭意研究を重ねた。その結果、筐体から温度調節装置例えばペルチェモジュールに流れる熱は、気体を媒体とする熱伝導によるものであり、気体を媒体とする熱のペルチェモジュールへの移動量は、LDチップを搭載するペルチェモジュールの基板の面積の大きさに依存することが判明した。従って、基板の面積を、基板に熱的に接続される発熱体の発熱量の単位面積当りの大きさが所定の範囲内になるように規定することによって、少ない消費電力で、厳しい使用環境温度の中で発熱体を所定の温度に調節することができる温度調節装置を提供することができることが判明した。

【0016】

この発明は、上述した研究結果に基づいてなされたものであって、この発明の温度調節装置の第1の態様は、熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなり、前記基板が、前記基板に熱的に接続される発熱体の発熱量の大きさに対応した面積を有する温度調節装置である。

【0017】

この発明の温度調節装置の第2の態様は、前記基板が、前記基板に熱的に接続される前記発熱体の発熱量の単位面積当りの大きさが所定の範囲内になるように

規定された面積を有する温度調節装置である。

【0018】

この発明の温度調節装置の第3の態様は、前記基板の面積が、前記発熱体の前記基板と接触する部分の面積との関係によって、更に規定されている温度調節装置である。

【0019】

この発明の温度調節装置の第4の態様は、前記発熱体の発熱量を Q_d (mW) とするとき、前記基板の面積 S (mm²) が、 $20 \leq Q_d / S \leq 100$ (mW/mm²) によって規定される範囲内である、温度調節装置である。

【0020】

この発明の温度調節装置の第5の態様は、前記発熱体が熱的に接続される前記基板の面積 S と、前記基板に接する前記発熱体の部分の面積 S_q とが、

$$5 \times 10^{-3} < S_q / S \leq 1$$

の関係を満たす、温度調節装置である。

【0021】

この発明のレーザモジュールの第1の態様は、(a) 熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなる温度調節装置と、(b) 前記温度調節装置に搭載され前記基板に熱的に接続される発熱素子とを、密閉された筐体の中に備え、前記基板が、前記基板に熱的に接続される発熱体の発熱量と筐体内の他の発熱量との合計発熱量の大きさに対応して規定された面積を有する、レーザモジュールである。

【0022】

この発明のレーザモジュールの第2の態様は、前記発熱体の発熱量を Q_d (mW) とするとき、前記基板の面積 S (mm²) が、 $20 \leq Q_d / S \leq 100$ (mW/mm²) によって規定される範囲内である、レーザモジュールである。

【0023】

この発明のレーザモジュールの第3の態様は、前記基板に流れ込む前記合計発熱量のうち、前記基板に熱的に接続される発熱体の前記発熱量 Q_d が50%以上をしめる、レーザモジュールである。

【0024】

この発明のレーザモジュールの第4の態様は、前記発熱体が熱的に接続される前記基板の面積 S と、前記基板に接する前記発熱体の部分の面積 S_q とが、

$$5 \times 10^{-3} < S_q / S \leq 1$$

の関係を満たす、レーザモジュールである。

【0025】

この発明の温度調節装置の製造方法の第1の態様は、熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置され、発熱体と熱的に接続される基板とを備えた温度調節装置の製造方法であって、前記基板の単位面積当りの前記発熱体の発熱量が所定の範囲内になるように、前記基板の面積および前記発熱体の発熱量を規定するステップを備えた、温度調節装置の製造方法である。

【0026】

この発明の温度調節装置の製造方法の第2の態様は、前記発熱体の発熱量を Q_d (mW) と前記基板の面積を S (mm²) とすると、前記基板の単位面積当りの前記発熱体の発熱量 Q_d / S が 20 mW/mm² 以上、100 mW/mm² 以下である、温度調節装置の製造方法である。

【0027】

この発明の温度調節装置の製造方法の第3の態様は、前記発熱体が熱的に接続される前記基板の面積 S と、前記基板に接する前記発熱体の部分の面積 S_q とが、

$$5 \times 10^{-3} < S_q / S \leq 1$$

の関係を満たす、温度調節装置の製造方法である。

【0028】

この発明のレーザモジュールの製造方法の第1の態様は、(a) 熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなる温度調節装置と、(b) 前記温度調節装置に搭載され前記基板に熱的に接続される発熱素子とを、密閉された筐体の中に備えたレーザモジュールの製造方法であって、前記基板の単位面積当りの前記合計発熱量が所定の範囲内になるように、前記基板の面積および前記発熱量を規定するステップを備えた、レーザモジュール

ルの製造方法である。

【0029】

この発明のレーザモジュールの製造方法の第2の態様は、前記発熱体の発熱量を Q_d (mW) と前記基板の面積を S (mm²) とすると、前記基板の単位面積当りの前記発熱体の発熱量 Q_d/S が 20 mW/mm² 以上、100 mW/mm² 以下である、レーザモジュールの製造方法である。

【0030】

この発明のレーザモジュールの製造方法の第3の態様は、前記基板に流れ込む前記合計発熱量のうち、前記基板に熱的に接続される発熱体の前記発熱量 Q_d が 50% 以上をしめる、レーザモジュールの製造方法である。

【0031】

【発明の実施の形態】

この発明の温度調節装置、レーザモジュールおよびその製造方法について図を参照しながら詳細に説明する。

この発明の温度調節装置の1つの態様は、熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなり、前記基板が、前記基板に熱的に接続される発熱体の発熱量の単位面積当りの大きさが所定の範囲内になるように規定された面積を有する温度調節装置である。即ち、前記発熱体の発熱量を Q_d (mW) とするとき、前記基板の面積 S (mm²) が、 $20 \leq Q_d/S \leq 100$ (mW/mm²) によって規定される範囲内である。

【0032】

更に、この発明の温度調節装置においては、前記基板の面積が、前記発熱体の前記基板と接触する部分の面積との関係によって、更に規定されている。即ち、この発明の温度調節装置において、前記発熱体が熱的に接続される前記基板の面積 S と、前記基板に接する前記発熱体の部分の面積 S_q とが、

$$5 \times 10^{-3} < S_q/S \leq 1$$

の関係を満たしている。

【0033】

図1は、この発明のLDモジュールの概略断面を示す図である。図1に示すL

Dモジュールは、温度によって波長を制御する信号光源LDモジュールである。LDチップ1は分布帰還型(DFB(Distributed Feedback))LD、または、ブラッグ反射型(DBR(Distribute-Bragg Reflector))LDと呼ばれる構造を備えている。LDチップ1から、光は図中線9で示す方向に出射される。図中向かって右側に出射した光は、光学系2を通して、(図示しない)光ファイバ等の筐体7外部の光学系に結合される。図中向かって左側に出射した光は、光検出系5によって、LDチップ1の光強度、および、LDチップ1の発振波長と所望の波長とのずれが検出される。

【0034】

このように検出された光の波長のずれは、光検出系5から電気信号として出される。一方、LDチップ1の発振波長は、LDチップの温度によって決まる。従って、光検出系5から出される電気信号によって、第1温度調節装置(ペルチェモジュール)3によって、LDチップ1の温度が制御され、LDチップ1の発振波長が所望の波長と一致する。

【0035】

更に、光検出系5では、エタロンによって基準波長を定めている。従って、エタロンの温度が変わると、熱膨張等によってエタロンの光学的長さも変化し、その結果、基準波長が変化する。基準波長の変化を避けるため、光検出系5の温度は、第2温度調節装置(ペルチェモジュール)6によって、たとえ筐体7の温度が変わってもエタロンの温度が変わらないように制御されている。

【0036】

温度調節装置は、例えば、p型およびn型熱電素子が交互に複数個配列された熱電素子と、熱電素子を直列に接続するために熱電素子の両端部に配置された金属電極と、金属電極と接続し金属電極および熱電素子を挟持するように対向して配置される、その表面の少なくとも一部に、絶縁薄膜が形成された基板とからなるペルチェモジュールである。基板に熱的に接続されるLDチップの発熱量を Q_d (mW) とするとき、上述した基板の面積 S (mm²) が、 $20 \leq Q_d / S \leq 100$ (mW/mm²) によって規定される範囲内である。

【0037】

上述したところでは、固定波長信号光源LDモジュール、可変波長信号光源LDモジュールの区別をしていないけれども、光検出系5からの制御信号によりLDチップ1の温度を変えるということに関しては、両者は全く同一である。しかし、固定波長光源LDモジュールでは1つの波長だけ発振すればよいのに対して、可変波長光源LDモジュールでは、ある範囲内で波長が変えられなければならない。即ち、可変波長光源LDモジュールにおいては、固定波長光源LDモジュールに比べて、LDチップ1の温度を広い範囲で変化させる必要がある。

【0038】

なお、図1に示す台8は、本発明においては、光学軸をそろえるために用いられている。従って、チップキャリア4等の高さを調節することによって、光学軸をそろえることができれば、台8は必ずしも必要ではない。

本発明において発熱体とは、通電により熱を生ずる素子をいう。例えば、LD等の光デバイス、電界効果トランジスタ（FET）等の電子デバイス、電気光学効果を用いた光変調器等がある。以下、本発明の効果が最も顕著に表れる、光通信の信号光源に用いられる、発熱体としてのレーザダイオード（LD）チップの温度調節を例にとって説明する。

【0039】

基板と発熱体の発熱量との関係を、波長可変LDモジュールを例にとって説明する。通常、波長可変LDモジュールにおいて、モジュール筐体の温度が80℃である場合にも、LDチップ温度は0℃から50℃の範囲内で制御されなければならない。LDチップの温度が筐体の温度よりも低い場合には、ペルチェ素子には、LDチップの発熱に加えて、筐体等から自発的に熱が移動する。ところが、筐体からペルチェ素子に流れる熱は、波長可変LDモジュールの動作にとって本質的に必要ではなく、ペルチェ素子にとっては、余分な仕事をすることになる。筐体からペルチェ素子に流れる熱は、発明者の解析により、気体を媒体とした熱伝導によるものであることが判明した。しかも、気体を媒体とした熱の移動量は、LDチップを搭載するペルチェ素子の基板面積に依存することが判明した。即ち、LDチップを搭載するペルチェ素子の基板面積を小さくするほど、気体を媒体とした熱の移動は少なくなる。

【0040】

一方、ペルチェ素子の基板面積を小さくすると、作成プロセス、素子材料の制限による特性劣化が激しくなる。即ち、原理的には、ペルチェ素子の基板面積を小さくしても、ペルチェ素子を構成する半導体の接合面積と接合間隔の比と半導体素子数を保てば同じ給熱量が期待される。しかしながら、ペルチェ素子に使われるBiTe系材料の持つ脆性、ペルチェ素子の組み立てプロセスの微細化の限界、さらには、ペルチェ素子内の π 型接合部におけるジュール熱の増大等により、ペルチェ素子の寸法によって、吸熱量に最大値が存在している。

【0041】

図2は、ペルチェ基板の面積 S とLDチップの発熱量 Q の比によってシミュレーションの結果をまとめた表である。表中の数字は Q/S (mWmm^2)を示している。また、表中に左下部に斜線で示した領域は、LDチップの発熱量がペルチェ素子の吸熱量を上まわった状態を示している。即ち、この領域においては、消費電力が大きくなるばかりでなく、LDチップの温度制御も不能となりやすいので、設計上避けなければならない。

【0042】

表中に右上部に点線で示した領域は、基板の面積の増加に伴い筐体からの熱の流れが多くなる領域である。即ち、この領域では、LDの温度制御が不能になることはないけれども、ペルチェ素子は無駄な電力を消費しており、効率の悪い領域である。

図2に示した表から、明らかなように、LDチップの発熱量を Q_d (mW)とすると、基板の面積 S (mm^2)が、 $20 \leq Q_d/S \leq 100$ (mW/mm^2)によって規定される範囲内であることが導かれる。

【0043】

また、発熱体の発熱量 Q_d の上限を 1000 mW と規定した理由は、現在ほぼ統一規格となっている、LDモジュール筐体の寸法および使用条件下では、筐体からペルチェ素子に流れ込む熱の上限が 1000 mW であるからである。つまり、LDチップ自体の発熱量が、励起光源LDのように、筐体から流れ込む熱に比べて十分に大きい場合には、ペルチェ素子が移動させる熱のほとんどがLDの発生した

熱であるので、筐体から流れ込む熱を考慮する必要がない。従って、基板に流れ込む合計発熱量のうち、基板に熱的に接続される発熱体の発熱量 Q_d が 50% 以上をしめる場合に、筐体から流れ込む熱による消費電力の低減を考慮する必要がある。

【0044】

即ち、(1) 発熱体の発熱量を Q_d (mW) とするとき、基板の面積 S (mm²) が、 $20 \leq Q_d / S \leq 100$ (mW/mm²) によって規定される範囲内である条件を満たし、且つ、基板に流れ込む合計発熱量のうち、基板に熱的に接続される発熱体の発熱量 Q_d が 50% 以上をしめるように設計されたペルチェ素子においては、ペルチェ素子が移動させる熱の半分以上が LD チップの発生した熱となり、消費電力の低減化が実現される。

【0045】

また、温度調節装置 (TEC) の面積は大きいほど余分な熱を吸収することになるので、

発熱体が搭載される側のペルチェ素子の基板の面積を S 、

発熱体とペルチェ素子とが接合される部分の面積を S_q

とするとき、 $5 \times 10^{-3} < S_q / S \leq 1$ である時に、上述した消費電力の低減化が実現される。

なお、これまで発熱体を LD チップに限定して説明してきたけれども、通電により発熱する素子であれば、それに置き換えても上述した本発明による効果を得ることができる。LDM 筐体に関しても、「筐体」または「ペルチェ素子の置かれた環境」と置き換えても、上述した本発明による効果を得ることができる。

【0046】

次に、この発明のレーザダイオードモジュールについて、説明する。この発明の LDM の 1 つの態様は、(a) 熱電素子と、熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなる温度調節装置と、(b) 温度調節装置に搭載され基板に熱的に接続される発熱素子とを、密閉された筐体の中に備え、基板が、基板に熱的に接続される発熱体の発熱量と筐体内の他の発熱量との合計発熱量の大きさに対応して規定された面積を有する、レーザダイオードモジュー

ルである。発熱体の発熱量を Q_d (mW) とするとき、基板の面積 S (mm²) が、 $20 \leq Q_d / S \leq 100$ (mW/mm²) によって規定される範囲内である。

更に、基板に流れ込む合計発熱量のうち、基板に熱的に接続される発熱体の発熱量 Q_d が 50% 以上をしめるレーザダイオードモジュールである。発熱体が熱的に接続される基板の面積 S と、基板に接する前記発熱体の部分の面積 S_q とが、

$$5 \times 10^{-3} < S_q / S \leq 1$$

の関係を満たす。

【0047】

次に、この発明の温度調節装置の製造方法について、説明する。この発明の温度調節装置の製造方法の 1 つの態様は、熱電素子と、熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置され、発熱体と熱的に接続される基板とを備えた温度調節装置の製造方法であって、基板の単位面積当りの発熱体の発熱量が所定の範囲内になるように、基板の面積および発熱体の発熱量を規定するステップを備えた、温度調節装置の製造方法である。

【0048】

発熱体の発熱量を Q_d (mW) と基板の面積を S (mm²) とすると、基板の単位面積当りの発熱体の発熱量 Q_d / S が 20 mW/mm^2 以上、 100 mW/mm^2 以下である。

発熱体が熱的に接続される基板の面積 S と、基板に接する発熱体の部分の面積 S_q とが、 $5 \times 10^{-3} < S_q / S \leq 1$ の関係を満たす。

【0049】

(a) 熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなる温度調節装置と、(b) 温度調節装置に搭載され基板に熱的に接続される発熱素子とを、密閉された筐体の中に備えたレーザダイオードモジュールの製造方法であって、基板の単位面積当りの合計発熱量が所定の範囲内になるように、基板の面積および発熱量を規定するステップを備えた、レーザダ

イオードモジュールの製造方法である。

発熱体の発熱量を Q_d (mW) と基板の面積を S (mm²) とすると、基板の単位面積当りの発熱体の発熱量 Q_d/S が 20 mW/mm^2 以上、 100 mW/mm^2 以下であるレーザダイオードモジュールの製造方法である。

基板に流れ込む合計発熱量のうち、基板に熱的に接続される発熱体の発熱量 Q_d が 50% 以上をしめるレーザダイオードモジュールの製造方法である。

【0050】

以下に、この発明の温度調節装置を実施例によって、更に詳細に説明する。

【実施例】

実施例 1

図 3 は、この発明の温度調節装置（マイクロペルチェ素子）を説明する図である。図 3 (a) は、マイクロペルチェ素子の平面図である。図 3 (b) は、マイクロペルチェ素子の正面図である。

図 3 に示すように、温度調節装置としてマイクロペルチェ素子を使用した。図 3 (a) において、マイクロペルチェ素子 20 の基板 12 a、12 b は、LD チップ 11 やサーミスタ 13 等を駆動するのに必要な電極パッド 14 a、14 b、15 a、15 b、更に、ペルチェ素子の π 型接合を形成するため絶縁体であることが必要である。この他、基板材料としては、熱伝導率が高く、極端に熱膨張係数の大きくないことが望ましい。具体的には、窒化アルミニウム (AlN)、半絶縁性シリコン (Si)、ダイヤモンド、炭化珪素 (SiC)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、チッカホウ素 (BN) が良好な特性を示した。また、絶縁性が要求されるのは、基板表面だけであって、導体であっても、表面を誘電体薄膜でコーティングしたものも使うことができた。特に良好な特性が得られたのは、銅タンゲステン合金を酸化アルミニウム (Al_2O_3)、窒化珪素 (SiN_x)、酸化ケイ素 (SiO_2) でコーティングしたものであった。

【0051】

マイクロペルチェ素子 20 の基板 12 a の一面に、適当な方法で金属薄膜を形成し、それをフォトリソグラフィ、エッチングを組み合わせた工程でバターニングすることによって、電極パッド 14 a、14 b、15 a、15 b が形成され

る。

なお、図3 (a) (b) において、LDチップ10の他に素子としてサーミスタ13が搭載されているけれども、LDチップ10の他の素子は本質的な素子ではなく、必要に応じてサーミスタ13を搭載しなくても良い。

【0052】

また、本発明において特定した面積の範囲内に入れば、必要に応じて、抵抗、インダクタ、キャパシタ、フォトダイオード (PD) 等の受動部品、電界効果トランジスタ (FET)、パイポーラトランジスタ、光変調器等の能動部品、レンズ、プリズム、などの光学部品を搭載しても良い。ただし、能動部品の場合は、その総発熱量が本発明において特定した条件を満たしている必要がある。

【0053】

図3 (b) において、マイクロペルチェ素子20の基板12aは、能動素子を搭載するために必要な金属パッドを形成した基板である。

ペルチェ素子を構成する π 型接合の作製は、従来用いられている方法でよい。

実施例1では、発熱量150mWのLDチップ10に対して、マイクロペルチェ素子の吸熱量を250mW (温度差35℃) になるように設計した。即ちマイクロペルチェ素子の吸熱量をLDチップの発熱量の1.6倍とし、そのときのマイクロペルチェ素子の外形寸法は幅×奥行き×高さ=2.5×1.5×1.0mmとなった。マイクロペルチェ素子の寸法がこのように小さくなったために、筐体から流れる熱を抑制することができた。そして、以下の実施例に述べるような方法により、低消費電力なLDモジュールを実現することができた。

【0054】

実施例2

(波長可変LDモジュールへの応用)

図4は、本発明のLDモジュール (波長可変LDモジュール) の断面を示す図である。波長可変LDモジュール20において、LDチップ1の温度を大きく変化させるために、LDチップ1を搭載したマイクロペルチェ素子11を、更に、第1ペルチェ素子3の上に載せている。第1ペルチェ素子3の上には、外部の光ファイバなどに光を結合するための光学系2も搭載されている。

図4においてLDチップ1の向かって左側にある光検出系5はエタロン、プリズム、フォトダイオード等の光学素子からなり、一種の波長弁別器を形成する。また、波長可変LDモジュール20においてエタロン温度変化によって波長ドリフトが生ずるため、第2ペルチェ素子6によって光検出系5は精密に一定温度に制御される。

【0055】

従来の波長可変LDモジュールにおいては、LDチップはペルチェ素子の上にチップキャリア等を介して搭載されていた。そのため、LDチップの温度を低くした場合など、筐体からペルチェ素子の低温面に流れる熱の量が大きくなり、所定の温度にするのに4W程度の電力を必要とした。ところが本発明の波長可変LDモジュールでは、LDチップ1の温度を低くしても、マイクロペルチェ素子11の低温面の面積が小さいため、筐体からマイクロペルチェ素子に流れ込む熱も低く抑えられた。更に、マイクロペルチェ素子11だけで35℃の温度可変ができるので、第1ペルチェ素子3の負荷が軽くなり、結果として、LDチップ1の温度を可変するのに必要な消費電力を2W以下に抑えることが可能となった。

本実施例では、第1ペルチェ素子3として、カスケード型を図示しているが、LDの可変温度範囲によっては、一段ペルチェ素子にした方が消費電力は少なくできる。

【0056】

実施例3

(波長固定LDモジュール、波長可変LDモジュールへの応用)

図5は、本発明のLDモジュール(波長固定LDモジュールまたは波長可変LDモジュール)の断面を示す図である。マイクロペルチェ素子11、光学系2、および光検出系5を共通のペルチェ素子3の上に搭載している。固定波長LDモジュール30では、LDチップ1の温度は発振波長の微調整のために変化させるのであって、大きく変化させる必要はない。従って、従来の固定波長LDモジュールにおいては、LDチップはペルチェ素子の上にチップキャリアを介して搭載されていた。しかし、従来のモジュールでは、LDチップの波長のばらつきがあるため、目的とする波長からずれたLDチップに対しては、面積の大きいペルチェ素子の温度を

変化させる必要があり、LDモジュールの消費電力のばらつきに繋がっていた。また、従来のモジュールにおいては、同時に光検出器の温度も変化してしまうので、LDチップ温度と、光検出器の温度制御において自由度が少なくなっていた。

【0057】

本発明のLDモジュール30のように、LDチップ1をマイクロペルチェ素子11を介してペルチェ素子3に搭載することにより、LDチップ1の温度を独立して制御できるようになるため、従来の問題点であった、LDモジュールの消費電力のばらつき、温度制御の自由度を克服することができた。更に、マイクロペルチェ素子11の低温面の面積が小さく、温度制御の自由度が増えたため、ペルチェ素子の数が増えたにもかかわらず、消費電力の増加は殆ど見られなかった。

また、波長可変LDモジュールであっても、波長の可変範囲が少ないものは、実施例3に示したような構造にすることによって、低消費電力化とともに、実施例2に示したLDモジュールに比べ部品数の削減、さらにはLDモジュールの制御回路の簡略化が実現できた。

【0058】

実施例4

(普及品への応用)

実施例2および3はいわゆるDWDM用の高純度スペクトルの信号光源用LDモジュールの実施例であったが、この実施例においては、普及品のLDモジュールに、本発明の温度調節装置を適用した。図6は、従来の普及型LDモジュールに本発明の温度調節装置を適用したLDモジュールの断面図である。ペルチェ素子3の上に光学系2、光出力をモニターするための光検出器5、および、LDチップ1を搭載したチップキャリア4などが搭載されている。環境温度が変わっても、LDチップ1の温度を一定にするために、ペルチェ素子3によって温度を制御する。この際、ペルチェ素子3の基板の面積がLDチップ1の発熱量との関係で規定された大きさであるので、筐体からペルチェ素子への熱の移動を抑制して、LDモジュールの消費電力を低下することができた。

【0059】

更に、図7は、普及品のLDモジュールに、この発明の温度調節装置であるマ

マイクロペルチェ素子を適応したLDモジュールの断面図である。このLDモジュールにおいても、冷却を必要とするのは、LDチップ1のみである。上述したと同様に、基板の面積がLDチップ1の発熱量との関係で規定された大きさのマイクロペルチェ素子11を使うことにより、筐体からペルチェ素子への熱の移動を抑制して、LDモジュールの消費電力を低下することができた。

【0060】

実施例5

(他の低消費電力化との併用)

本発明は、従来技術で説明した低消費電力化の方策と併用しても何ら問題はない。即ち、実施例2から4に示したLDモジュールに対して、モジュールの封入ガスを、キセノン、クリプトン等の熱伝導率の小さなガス単独、または、それらの混合ガスを用いることによって、消費電力はより小さくなった。また、真空断熱を施しても何ら問題は無かった。

【0061】

実施例6

(他の能動素子への応用)

今までは、最も効果が大きいということで、LDモジュールに関して説明した。しかし、本発明の温度調節装置の条件を満たせば、FETなどの電子デバイス、MEMSなどの光学素子等の温度調節に応用することができる。

上述したように、本発明を実施することにより、少ない消費電力で、厳しい使用環境温度の中での対象の温度を調節が可能となった。一例をあげれば、DWDMなどに使用される可変波長信号光源LDモジュールにおいて低消費電力が半減したため、高度実装が可能になった。全消費電力もそれに伴い低減したため、システム全体の排熱機構が簡単になり、DWDMシステム自体がコンパクトになった。さらに、LDの排熱が効果的に行われるようになったため、レーザ素子の制御可能な温度範囲が広がった。結果として、可変波長光源LDモジュールにおける発振波長の可変範囲が広がり、多数の発振波長選択の可能な、低消費電力LDモジュールを提供することができるようになった。

【0062】

【発明の効果】

この発明によると、少ない消費電力で、厳しい使用環境温度の中で発熱体を所定の温度に調節することができる温度調節装置、発振波長の可変範囲が広がり、多数の発振波長選択が可能な、低消費電力の、可変波長光源LDモジュールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

図 1 は、この発明のLDモジュールの概略断面を示す図である。

【図 2】

図 2 は、ペルチェ基板の面積 S とLDチップの発熱量 Q の比によってシミュレーションの結果をまとめた表である。

【図 3】

図 3 は、この発明の温度調節装置（マイクロペルチェ素子）を説明する図である。

【図 4】

図 4 は、本発明のLDモジュール（波長可変LDモジュール）の断面を示す図である。

【図 5】

図 5 は、本発明のLDモジュール（波長固定LDモジュールまたは波長可変LDモジュール）の断面を示す図である。

【図 6】

図 6 は、従来の普及型LDモジュールに本発明の温度調節装置を適用したLDモジュールの断面図である。

【図 7】

図 7 は、普及品のLDモジュールに、この発明の温度調節装置であるマイクロペルチェ素子を適応したLDモジュールの断面図である。

【図 8】

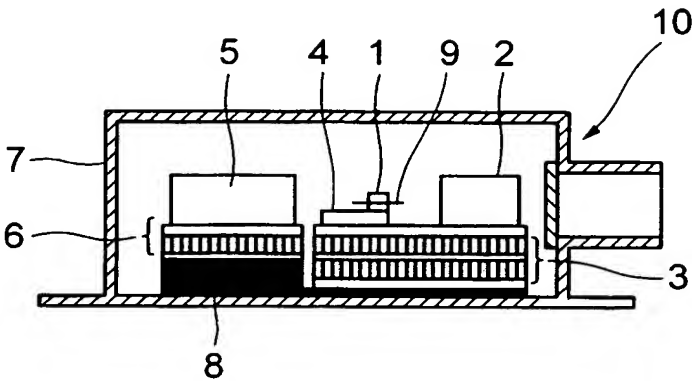
図 8 は、従来の信号光源LDモジュールの断面図である。

【符号の説明】

1. LDチップ
2. 光学系
3. 第1温度調節装置
4. チップキャリア
5. 光検出系
6. 第2温度調節装置
7. 筐体
8. 台
9. 絶縁薄膜
10. レーザダイオードモジュール
11. LDチップ
12. 基板
13. サーミスタ
14. 電極パッド
15. 電極パッド
20. マイクロペルチェ素子
30. LDモジュール
40. LDモジュール
50. LDモジュール
100. LDモジュール
101. LDチップ
102. 光学系
103. ペルチェモジュール
104. チップキャリア
105. 光検出系
107. 筐体
108. 熱伝導板

【書類名】 図面

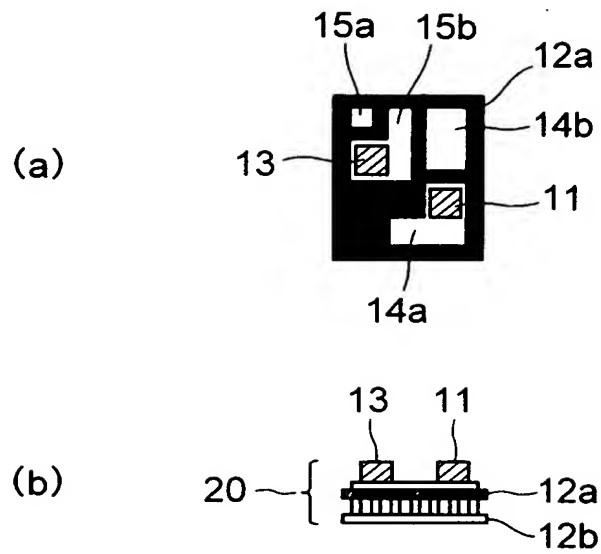
【図 1】



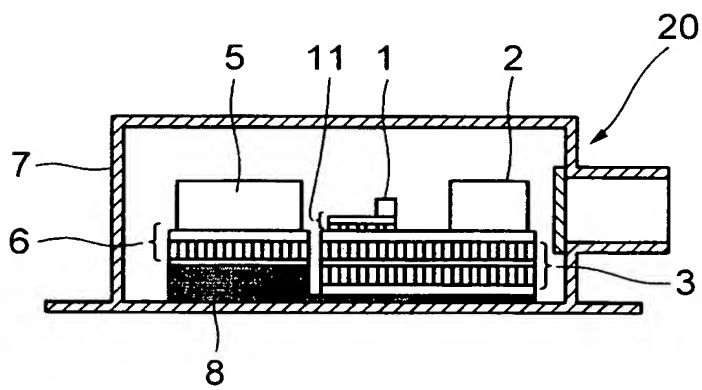
【図 2】

		ペルチェ基板面積S(mm ²)					
		2	4	8	16	32	64
LD 発熱 量 QmW	150	75	37.5	18.75	9.375	4.6875	2.34375
	250	125	62.5	31.25	15.625	7.8125	3.90625
	360	180	90	45	22.5	11.25	5.625
	600	300	150	75	37.5	18.75	9.375
	800	400	200	100	50	25	12.5
	1000	500	250	125	62.5	31.25	15.625

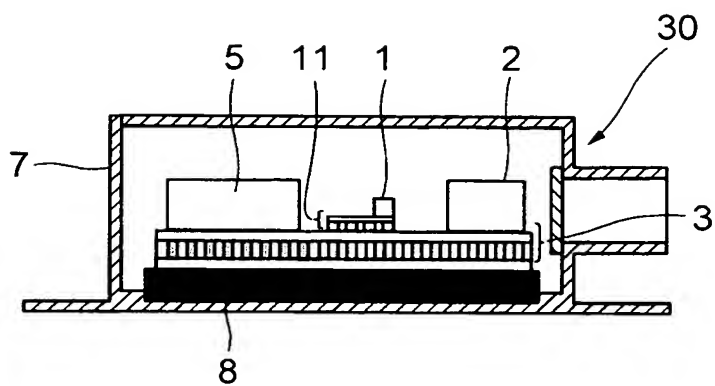
【図 3】



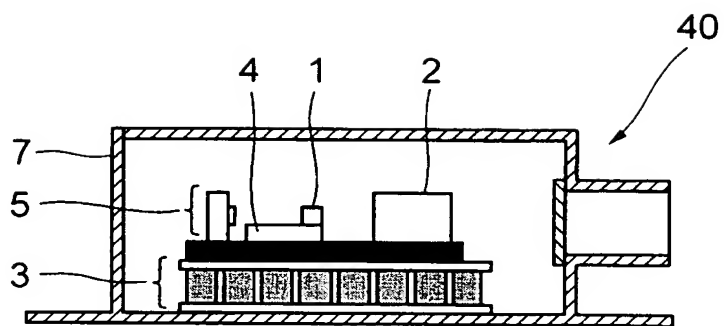
【図 4】



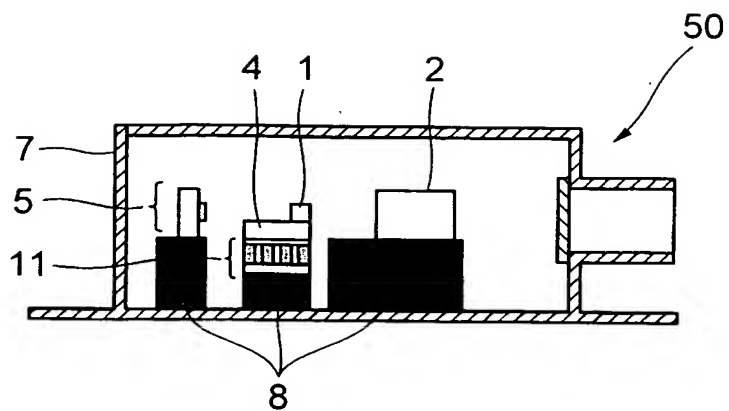
【図 5】



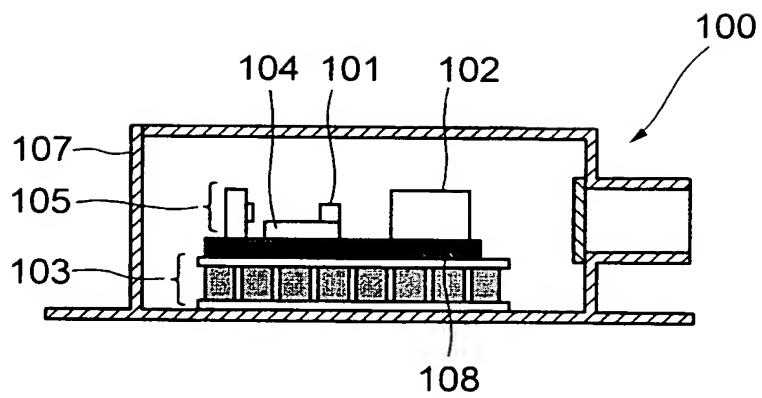
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 少ない消費電力で、厳しい使用環境温度の中で発熱体を所定の温度に調節することができる温度調節装置、発振波長の可変範囲が広がり、多数の発振波長選択が可能な、低消費電力の、可変波長光源 L D モジュールを提供する。

【解決手段】 (a) 熱電素子と、前記熱電素子を電極を介して挟持するように対向して配置される基板とからなる温度調節装置と、(b) 前記温度調節装置に搭載され前記基板に熱的に接続される発熱体とを、密閉された筐体の中に備え、前記基板が、前記基板に熱的に接続される前記発熱体の発熱量と筐体内の他の発熱量との合計発熱量の大きさに対応して規定された面積を有する、レーザダイオードモジュール。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 7 0 5 0 1
受付番号	5 0 2 0 1 3 8 9 4 1 8
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0 0 9 3
作成日	平成 1 4 年 9 月 1 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年 9月17日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 7 0 5 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 9 0]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号

氏 名

古河電気工業株式会社